

# Sistem Wajan Bolic dengan Catu Daya Mandiri

Dany Fagih Naufal (Mhs)<sup>1</sup>, Setia Juli Irzal Ismail (Pbb1)<sup>2</sup>, Mochammad Fahru Rizal S.T. (Pbb 2)<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi D3 Teknologi Komputer, Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom

<sup>1</sup>fmecha@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>jul@tass.telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>mfrizal@staff.telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**— Sistem Wajan Bolic dengan Catu Daya Mandiri ini adalah peningkatan dari sistem Wi-Fi extender yang ada di pasaran dan wajan bolic yang ada di berbagai petunjuk yang ada di Internet dengan menggunakan pembaruan berdasarkan teknologi jaringan nirkabel yang ada saat ini, yaitu dengan menggunakan modem Wi-Fi 4G dengan fitur extender, dan panel surya untuk memastikan sistem tersebut tetap menyala pada setiap saat.

Tujuan pembuatan penelitian ini adalah mempelajari dan menganalisis sistem wajan bolic yang ada saat ini, dan membuat peningkatan pada sistem wajan bolic yang sudah ada.

Perangkat keras yang dikembangkan dalam penyusunan Proyek Akhir ini menggunakan teknologi Wi-Fi untuk menangkap sinyal Wi-Fi yang ada untuk diteruskan pada perangkat Wi-Fi lainnya yang berlokasi lebih jauh dari titik akses Wi-Fi yang ditangkap. Sistem ini juga dilengkapi dengan panel surya berbasis DC yang disambungkan dengan baterai powerbank, untuk memastikan catu daya dari modem 4G Wi-Fi selalu aktif.

Hasil akhir dari Proyek Akhir ini adalah sebuah Sistem Wajan Bolic dengan Catu Daya Mandiri yang berbasis teknologi dan sumber daya alam terbarukan dan selalu aktif.

**Kata Kunci**—*Wi-Fi; sinyal; panel surya*

**Abstract**— The Wok-Fi System with an Independent Power Source is an improvement of existing Wi-Fi extenders available on the market and existing wajan bolic (also known as Wok-Fi in English) do-it-yourself tutorials available on the Internet by using currently available wireless networking technologies, by using a 4G broadband/Wi-Fi modem with Wi-Fi extender feature, and a solar panel to ensure the system remains powered on at all times.

The goal of creation of this research is to create and analyze currently existing Wok-Fi systems and to develop improvements on existing Wok-Fi systems.

The hardware developed in the creation of this Final Project uses Wi-Fi technology to capture existing Wi-Fi signals to be broadcasted to other Wi-Fi devices located farther away from target access point. The system is also equipped with a DC-based solar panel connected to a powerbank battery, to ensure the battery power from the 4G Wi-Fi modem is always on.

The outcome of this Final Project is a Wok-Fi System with an Independent Power Source based on renewable resources, latest technologies, and an always-on system.

**Keywords**—*Wi-Fi; signal; solar panel*

## I. PENDAHULUAN

Sebuah wajan bolic adalah perangkat antena parabola yang berfungsi untuk menerima sinyal nirkabel seperti Wi-Fi, GSM (telepon seluler), televisi, dan lain-lain, yang umumnya digunakan pada lingkungan RT-RW Net. Wajan pada wajan bolic berfungsi sebagai sebuah reflektor seperti pada parabola yang digunakan pada layanan televisi satelit, dan selain dari wajan tersebut, terdiri dari antena sensitif berbentuk tabung dan modem USB yang tersambung ke sebuah komputer dan berada dalam tabung tersebut.

Susunan tersebut memerlukan alat pemanjangan kabel USB untuk memastikan kabel tersebut dapat tersambung ke komputer penerima. Susunan tersebut secara teori hanya dapat digunakan oleh satu komputer yang harus selalu menyala pada setiap saat wajan bolic akan digunakan. Pada zaman yang semakin bergantung pada komunikasi nirkabel, satu perangkat saja tidak cukup bagi satu orang, apalagi untuk satu sinyal jaringan. Gangguan pada catu daya listrik juga dapat menghambat penggunaan sistem jaringan nirkabel.

Untuk dapat memastikan banyak perangkat dapat menggunakan sinyal dari wajan bolic tersebut, penggunaan modem Wi-Fi yang memiliki baterai yang dapat diisi ulang dengan sambungan daya USB, dimana sambungan daya tersebut tersambung ke sebuah sel surya, adalah solusi dari masalah ini. Dengan baterai pada modem, sinyal akan terus diterima dan dipancarkan meskipun daya listrik mati, sedang penyambungan modem ke sel surya tidak hanya memastikan catu daya tetap tersedia saat listrik PLN aktif, sistem energi surya bersifat ramah lingkungan dan mengurangi ketergantungan listrik PLN.

Berdasarkan permasalahan yang disebutkan sebelumnya pada skema wajan bolic yang ada saat ini, maka daftar masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memastikan rangkaian wajan bolic tetap beroperasi meskipun catu daya listrik mati?
2. Bagaimana mengurangi jumlah kabel dan daya listrik saat pembuatan dan pengoperasian wajan bolic?
3. Bagaimana menggunakan sel surya sebagai catu daya mandiri?

Berdasarkan daftar masalah sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Membuat sebuah antena wajan bolic yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz (untuk Wi-Fi) dengan antena sebagai perangkat untuk meningkatkan pancaran sinyal, yang melibatkan sebuah modem Wi-Fi 4G dengan baterai dan fitur penerus sinyal Wi-Fi yang tersambung ke sebuah sel surya.

2. Menggunakan alat dan bahan yang sederhana untuk mengurangi biaya konstruksi dan operasional serta jumlah peralatan yang digunakan. Adanya baterai pada modem Wi-Fi 4G memastikan rangkaian wajan bolic dapat tetap menjalankan tugasnya meskipun catu daya listrik mati, sementara sel surya menyediakan daya baterai ke modem Wi-Fi 4G saat diterimanya sinar matahari.

3. Menggunakan panel surya dengan baterai 18650 dan modul pengisi baterai untuk mengisi baterai 18650 (sebagai baterai cadangan) dan baterai modem secara bersamaan.

## II. LANDASAN TEORI DAN METODE

### A. Landasan teori

Pada dasarnya sebuah wajan bolic adalah sebuah bentuk dari antena. Antena adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk menangkap dan menerima sebuah sinyal elektromagnetik, seperti gelombang radio[1]. Ada berbagai jenis parabola untuk kepentingan tertentu; wajan bolic termasuk dalam antena jenis parabola directional karena bentuk fisik yang digunakan adalah kurva irisan kerucut hasil sebuah perpotongan silang sebuah kerucut, serta hanya memancarkan daya ke arah tertentu[2]. Metode ini digunakan pada antena grid (sumber inspirasi pembuatan wajan bolic) dan parabola yang umum digunakan untuk televisi berbayar dan layanan perbankan.

Salah satu kelemahan pada desain wajan bolic yang ada saat ini adalah diperlukannya kabel USB ekstensi pada lingkungan luar ruangan[3]; keperluan kabel tersebut tidak akan hanya menaikkan biaya, namun juga akan menaikkan kompleksitas sistem. Pada saat rancangan wajan bolic dikenalkan, layanan mobile broadband masih kurang memadai untuk digunakan lebih dari satu atau dua perangkat, sehingga belum ada modem router portable berkapabilitas Wi-Fi. (Alat yang digunakan pada pembuatan wajan bolic biasanya adalah receiver USB, yang memerlukan sambungan aktif ke komputer). Seiring perkembangan teknologi jaringan nirkabel dan naiknya permintaan penggunaan layanan Internet bergerak, maka munculah berbagai perangkat untuk membagi jaringan data bergerak. Perangkat-perangkat tersebut umumnya memiliki baterai yang dapat diisi ulang dan juga memiliki fasilitas extender/repeater, yang dapat digunakan untuk menangkap sinyal Wi-Fi lain, seperti modem broadband rumahan.

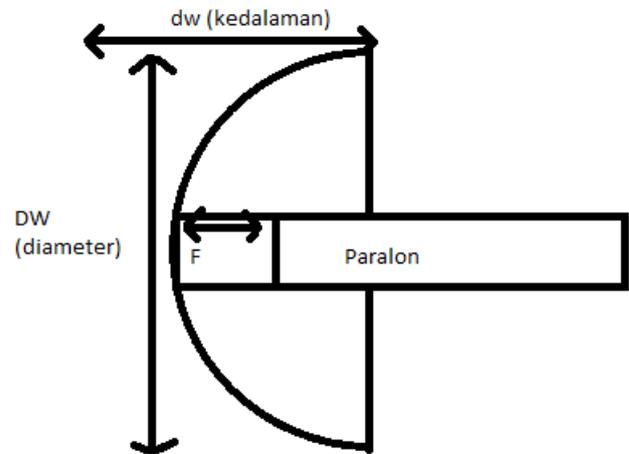
Dalam konsep “membuat sebuah perangkat tikus yang lebih baik”, sinergi antara fitur extender pada router Wi-Fi dan fungsionalitas wajan bolic saat ini dapat digunakan untuk membuat evolusi terbaru dari wajan bolic, yang didukung dengan sebuah panel surya untuk memastikan operasional wajan bolic meskipun catu daya listrik utama mati.

### B. Wajan bolic

Wajan bolic pada intinya adalah sebuah antena parabola yang bersifat do it yourself (buatan sendiri) yang terdiri dari wajan (sesuai namanya), kaleng bekas, dan pipa paralon, yang bertujuan digunakan pada lingkungan RT/RW-Net dengan jangkauan antara 2-4 kilometer (umumnya jaringan Wi-Fi hanya menjangkau kurang dari 100 meter). Ide pembuatan wajan bolic disusun oleh Pak Gunadi (alias e-goen), seorang

pegawai Indosat asal Yogyakarta[4]. Pemilihan ukuran diameter dan kedalaman wajan sangat penting untuk memastikan sinyalnya tepat sasaran, sementara pipa paralon dan kaleng aluminum (dapat diganti dengan aluminum foil) berfungsi sebagai pemantul yang akan memantulkan sinyal nirkabel; sebuah modem akan ditempatkan di dalamnya[2].

Penghitungan ukuran wajan bolic berdasarkan rumus dan ilustrasi sebagai berikut:



Gambar 1 Ilustrasi penghitungan ukuran wajan bolic

$$F = \frac{D^2}{16 \times d} \quad (1)$$

Dimana:

- F adalah feeder; pada instalasi, berarti area di paralon yang tidak dilapisi aluminum foil (modem diletakkan di area yang dilapisi aluminum foil)
- D (besar) adalah diameter wajan
- d (kecil) adalah kedalaman wajan

### C. Modem/Router Wi-Fi 4G

Dengan naiknya permintaan akan, dan perkembangan, layanan jaringan nirkabel/bergerak, maka di pasaran muncul modem/router 4G Wi-Fi, yang berfungsi mengubah sinyal 4G yang ada pada kartu SIM yang terpasang menjadi sinyal Wi-Fi yang dapat digunakan oleh beberapa perangkat (biasanya tidak lebih dari lima sampai sepuluh). Kelebihan penting dari modem/router tersebut adalah baterai yang dapat diganti dan diisi ulang dengan sambungan USB, sehingga tidak harus terus-menerus tersambung ke perangkat/catu daya lain, asalkan ada jumlah baterai yang memadai[6].

Pada beberapa jenis modem/router tertentu, juga ada fasilitas extender, yang menangkap sinyal Wi-Fi lain dan memancarkannya seperti layaknya jaringan data SIM yang terpasang di modem/router itu sendiri, atau sebuah extender formal. Fitur ini menjadi penting dalam membuat sistem wajan bolic ini.

#### D. Panel surya

Sinar matahari adalah salah satu sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan. Dengan menggunakan panel surya, sinar matahari dapat ditangkap dan diubah menjadi sebuah energi/arus listrik[5]. Penggunaan panel surya dapat ditemukan di kalkulator saku, sistem pemanas air, dan lainnya. Untuk menyimpan daya listrik matahari tersebut, diperlukan sebuah baterai (jenis 18650 digunakan pada penelitian ini), dan baterai tersebut harus disambungkan ke sebuah modul pengisi baterai berbasis USB untuk mengisi baterai tersebut dari panel surya dan perangkat yang akan menggunakan catu baterai.

### III. HASIL

#### A. Proses pengerjaan

Dalam penelitian ini, berlaku metode pengerjaan sebagai berikut:

a. Penerapan Kriteria Evaluasi: Menggunakan kriteria evaluasi sebagai titik acuan analisa, dimulai dari pengumpulan daftar masalah, alat dan bahan, dan prosedur pembuatan peralatan yang dipakai untuk membuat sebuah sistem yang diinginkan.

b. Analisis dan Perancangan: Analisa terhadap kebutuhan dan perancangan untuk memastikan sistem dapat bekerja dengan baik. Untuk sistem ini, diperlukan penghitungan sinyal tujuan, penghitungan ukuran wajan yang sesuai, analisa cuaca dan penerimaan sinyal matahari, analisa lingkungan perangkat lunak dan keras pendukung, dan perancangan yang memberi gambaran umum sistem yang sudah selesai.

c. Pembangunan dan Pengujian Sistem: Pembangunan sistem sesuai data hasil analisa dan perangkat keras serta lunak yang ada, dilanjutkan dengan pengujian sistem untuk memastikan sistem bekerja sesuai rancangan dan konsep pembuatan sistem.

#### B. Alat, bahan, dan konstruksi

Alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan penelitian ini adalah sebagai berikut (kecuali modem, yang sudah dimiliki oleh tim penelitian)

TABEL 1. ANGGARAN BELANJA PERANGKAT KERAS DAN JASA UNTUK WAJAN BOLIC DENGAN PANEL SURYA

No	Nama	Jumlah	Harga (Rp.)
1	Panel Surya 10 W 2A 7V 25 x 14 cm	1	150,000
2	Antena TS9	1 (+1 cadangan)	150,000
3	Baterai 18650 2000mAh 3.7V	2	30,000

4	Tempat baterai (kapasitas 2 baterai 18650)	1	30,000
5	Modul pengisi ulang baterai Li-ion	1	25,000
6	Modul output USB 5 volt	1	15,000
7	Modul pelindung pengisi baterai	2	15,000
8	Port DC female	1	3,500
9	Kabel serabut	1 meter	2,500
10	Wajan diameter 39 inch/kedalaman 12 cm	1	90,200
11	Paralon PVC 3 inch	4 meter (pembelian minimum)	65,000
12	Pipa paralon ¾ inch	30 cm (pembelian minimum)	4,000
13	Doff (tutup paralon) 3 inch	2 (+2 cadangan)	48,000
14	Doff (tutup paralon) ¾ inch	1 (+ 1 cadangan)	5,000
15	Baut dan mur tipe 12, 12 cm	1 (+1 cadangan)	10,000
16	Bau dan mur tipe 14, 12 cm	1 (+1 cadangan)	10,000
17	Aluminum foil 30 x 800 cm	1	25,000
18	Alat penguji USB	1	15,000
19	Biaya las wajan	-	20,000
20	Biaya pemotongan pipa	30 cm untuk PVC 3 inch 8 cm untuk paralon ¾ inch)	10,000

21	Biaya solder modul USB/baterai	-	10,000
	Total biaya	=	733,200

Bentuk akhir perangkat wajan bolic adalah sebagai berikut (sebelum pemasangan tiang 286 cm dari tanah):



Gambar 2 Sistem wajan bolic yang sudah selesai

Adapun rumus penghitungan wajan bolic yang berlaku, sesuai spesifikasi bahan wajan dan paralon di Tabel 1, adalah:

$$F = \frac{39^2}{16 \times 12} = 7.92 \quad (2)$$

Dengan feeder sekitar 7.92 cm.

Untuk penentuan lokasi, wajan bolic dipasang pada koordinat 6°59'08.5" Selatan 107°38'23.0" Timur, "menembak" titik akses rumah yang berlokasi di 6°59'08.1" Selatan 107°38'22.6" Timur, dengan jarak sekitar 145 meter dari titik akses rumah dan titik akses wajan bolic.

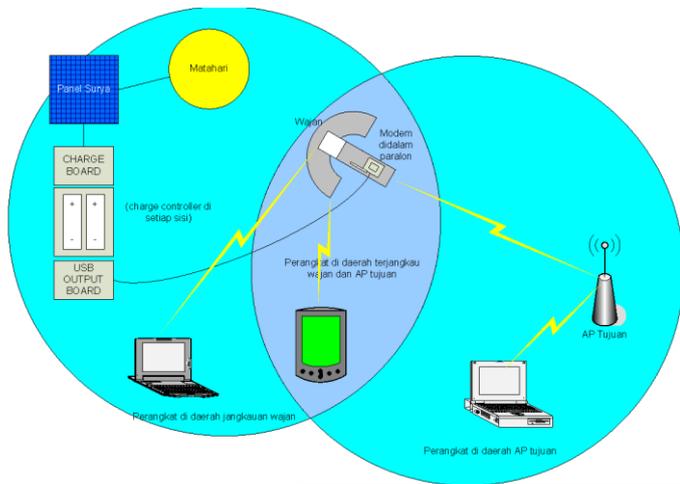


Gambar 3 Ruang lingkup pengujian wajan bolic

Proses pembuatan wajan adalah sebagai berikut:

1. Potong paralon PVC 3 inch menjadi 30 cm dan PVC ¾ inch menjadi 8 cm (sesuai perhitungan), lalu potong bagian tengah paralon PVC ¾ inch tersebut. (PVC ¾ inch digunakan sebagai penahan modem Wi-Fi 4G)
2. Lubangi area di bagian depan paralon (yang akan dilapisi aluminum foil; sekitar 7 cm) supaya port USB dapat masuk. Tandai area paralon sebagai batas akhir feeder, yang tidak akan dilapisi aluminum foil.
3. Lapisi paralon PVC 3 inch dengan aluminum foil, tidak melebihi batas feeder.
4. Potong sebagian aluminum foil menjadi bentuk lingkaran sekitar 3 inch, dan masukkan ke dalam doff 3 inch.
5. Lubangi (dengan bor) wajan dan sebuah doff (ukuran 3 inch and ¾ inch); pastikan gagang pada wajan sudah dilas. Pasang sebuah mur di lubang yang ada pada wajan/doff tersebut.
6. Solder modul output USB ke modul pengisi ulang baterai.
7. Solder modul peling baterai 18650 di bagian kiri dan kanan belakang tempat baterai. Solder keduanya ke modul *output* USB/pengisi ulang.
8. Pasanglah port DC female ke rangkaian tersebut.
9. Masukkan dua buah baterai 18650 ke dalam tempat baterai.
10. Masukkan modem yang ditahan PVC ¾ inch ke dalam paralon 3 inch. Pastikan kabel micro USB dapat masuk ke dalam lubang USB pada paralon.
11. Pasang doff depan (dengan aluminum foil).
12. Sambungkan kabel USB dari modem ke modul pengisi baterai. Pastikan lampu di kedua modul pengisi dan *output* menyala.

Rancangan arsitektur system wajan bolic ini berfungsi sebagai *extender* (penguat sinyal), dimana sinyal Wi-Fi dapat digunakan dari titik akses sumber dan titik akses penguat wajan bolic, tergantung pada lokasi perangkat nirkabel.



Gambar 4 Arsitektur sistem wajan bolic dengan catu daya mandiri

Rata-rata	7.2	4.114	0.934	8	4.354	0.94
Max	8	4.74	0.96	9	4.5	0.97

TABEL 4. HASIL PING PADA GOOGLE.COM TANPA DAN DENGAN WAJAN BOLIC (SEMAKIN KECIL NILAI, SEMAKIN BAIK)

Tes	Tanpa wajan (ms)	Dengan wajan (ms)
1	316	310
2	295	363
3	300	221
4	333	RTO
5	378	319
6	219	366
Rata-rata	306.8333	315.8
Max	219	221

C. Hasil produk pengerjaan

Pengujian dilakukan dari tiga sisi, yaitu dari kinerja jaringan, kinerja USB, dan kinerja baterai.

1) Kinerja jaringan

Untuk kinerja jaringan, dilakukan pengecekan dengan menggunakan ping, speedtest, dan program pendeteksi sinyal (Vistumber atau Wi-Fi Analyzer).

TABEL 2. KINERJA SINYAL WI-FI TANPA DAN DENGAN WAJAN BOLIC DENGAN PANEL SURYA, DIHITUNG DENGAN WI-FI ANALYZER

Jarak ke Wajan (m)	Sinyal (dBm)	Rating Sinyal	Jarak ke AP Tujuan (m)	Sinyal (dBm)	Rating Sinyal
1.4	-43	5	24.3	-68	3
9.7	-60	4	34.4	-71	3
13.7	-63	4	86.3	-79	2
21.8	-67	3	96.9	-80	2
48.8	-74	3	86.3	-79	2

TABEL 3. HASIL SPEEDTEST PADA JARINGAN TANPA DAN DENGAN MENGGUNAKAN WAJAN BOLIC DENGAN PANEL SURYA

Tes	Tanpa Wajan			Dengan Wajan		
	Ping (ms)	Down (mbps)	Up (mbps)	Ping (ms)	Down (mbps)	Up (mbps)
1	8	3.29	0.96	8	4.23	0.92
2	8	4.72	0.96	8	4.2	0.97
3	7	4.74	0.95	9	4.5	0.97
4	7	4.45	0.93	7	4.45	0.9
5	6	3.37	0.87	8	4.39	0.94

2) Kinerja USB

Pengukuran kinerja USB dilakukan dengan menghubungkan alat penguji (multimeter) USB ke port USB di modul output USB 5V. Bila daya listrik diterima, berarti daya listrik diterima dengan baik dan perangkat USB berkerja dengan baik. Hasil yang didapat dari alat multimeter:

- Tegangan listrik: 5.57
- Arus listrik: 0.47 A

3) Kinerja baterai

Pengukuran kinerja baterai dilakukan dengan menghitung waktu siaga dengan hanya baterai modem dan dengan baterai panel surya, dihitung dari baterai modem pada kondisi 100%. Dengan hanya menggunakan daya baterai modem, baterai modem bertahan selamat 11 jam, 29 menit, dan 21 detik.

Untuk penghitungan dengan baterai panel surya, ditemukan masalah dimana baterai panel surya gagal menyediakan arus yang memadai karena masalah dari baterai, bahkan setelah baterai sudah diisi ulang dengan pengisi baterai 18650 (umumnya digunakan untuk rokok elektrik). Namun, waktu daya tahan baterai 18650 secara hitpotetikal dapat ditentukan melalui rumus:

$$t = 1/C_{rate} \quad (3)$$

Dimana:

t adalah waktu daya tahan baterai.

C-rate adalah arus kekuatan baterai hingga baterai tersebut kosong, dicari dengan rumus:  $C_{rate} = \frac{I_{bat}}{C_{bat}}$  (dimana  $I_{bat}$  adalah arus konsumsi baterai, dan  $C_{bat}$  adalah kapasitas 1 sel baterai dalam Ah – ampere-jam.)

Sesuai rumus diatas, C-rate harus pertama ditentukan, dengan  $I_{bat}$  ditentukan dari arus konsumsi baterai sesuai USB Doctor, yaitu 0.47 ampere, dan  $C_{bat}$  adalah kapasitas 1 sel

baterai, yaitu 2000 mAh (dikali 1000 untuk mejadi Ah = 2 Ah), sehingga:

$$C_{\text{rate}} = \frac{0.47 \text{ A}}{2 \text{ Ah}} = 0.235C \quad (4)$$

Setelah C-rate ditentukan, waktu daya tahan baterai 18650 secara hitpotetikal dapat ditentukan sebagai berikut:

$$t = \frac{1}{0.235C} = 4.25531914893617 \text{ hr} \quad (5)$$

4.25531914893617 jam berarti 4 jam, 15 menit, dan 19 detik, sehingga ketika daya baterai modem dan panel surya disambungkan, waktu maksimal operasional dengan keduanya tanpa penerimaan sinar matahari adalah 15 jam, 44 menit, dan 40 detik.

Dan juga, energi yang tersimpan dalam rangkaian baterai tersebut dapat pula dihitung dengan rumus:

$$E_{\text{bank}} = (V_{\text{bat}} \cdot C_{\text{bat}}) \cdot N_p \cdot N_s \quad (6)$$

Dimana:

- $E_{\text{bank}}$  adalah energi yang tersimpan pada suatu rangkaian baterai ( $E_{\text{bat}}$  bila hanya ada satu baterai pada rangkaian) dalam watt-jam (Wh)
- $V_{\text{bat}}$  adalah rating tegangan baterai
- $C_{\text{bat}}$  adalah kapasitas 1 sel baterai dalam Ah – ampere-jam
- $N_p$  dan  $N_s$  adalah jumlah baterai yang terpasang secara paralel ( $N_p$ ) dan seri ( $N_s$ ; karena tempat baterai yang digunakan berbasis seri, hanya  $N_s$  yang akan digunakan disini).

Sehingga, rangkaian baterai panel surya menyimpan energi sebagai berikut:

$$E_{\text{bank}} = (3.7 \text{ V} \cdot 2 \text{ Ah}) \cdot 1 \cdot 2 = 7.4 \text{ Wh} \quad (7)$$

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang berlaku selamat pembuatan proyek akhir ini adalah:

1. Penggunaan sisten wajan bolic dengan panel surya berfungsi meningkatkan jangkauan (bukan kecepatan atau kinerja) jaringan Wi-Fi.
2. Dengan menambah sistem catu daya berbasis baterai dan panel surya, sebuah sistem panel elektronik seperti wajan bolic dapat difungsikan tanpa perlu bergantung pada listrik utama seperti PLN.
3. Pengisian baterai baterai surya dan modem secara bersamaan berfungsi membuat rangkaian catu daya tak terhentikan (UPS) untuk membuat rangkaian sistem tetap berjalan setiap saat.

Saran yang berlaku selamat pembuatan proyek akhir ini adalah:

- Penggunaan tiang yang lebih tinggi dan kuat, untuk alasan ketahanan dari petir
- Menggunakan antena/modem Wi-Fi yang lebih baik
- Menggunakan modul panel surya yang lebih besar serta melakukan tes daya 24 jam
- Membuat sistem kebal dari hujan dan cuaca buruk lainnya

#### REFERENSI

- [1] T. Mai, "What is an antenna?," NASA.gov, 2017. [Online]. Available: [https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/outreach/factsheets/txt\\_antenna.html](https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/outreach/factsheets/txt_antenna.html). [Accessed: 31-Mar-2019].
- [2] E. Wahyudi, I. Susanto, and A. Triono, "Implementasi Antena Wajanbolic Sebagai Penerima Signal Hotspot," J. INFOTEL - Inform. Telekomun. Elektron., vol. 2, no. 1, p. 13, May 2010.
- [3] M. A. Muslim, "Pemanfaatan Wajan untuk Antena Wifi," Dinamik, vol. 13, no. 2, 2008.
- [4] A. ZULKARNAIN, "ROBOT WIFI MENGGUNAKAN ANTENA WAJANBOLIC DENGAN KONTROL JOYSTIK UNTUK MENCARI SINYAL WIFI TERKUAT BERBASIS ATMEGA 328," POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA, 2016.
- [5] S. Sibarani, "PENGARUH MATERIAL MONOKRISTAL DAN POLIKRISTAL TERHADAP KARAKTERISTIK SEL SURYA 20 WP DENGAN TRACKINGSISTEM DUA SUMBU," Medan, 2017.
- [6] Liang Yang, "Wireless router," U.S. Patent USD735179S1, May 7, 2015.

